

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。
This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application:

1998年 5月13日

出願番号
Application Number:

平成10年特許願第150532号

出願人
Applicant(s):

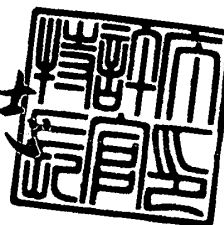
豊田合成株式会社

RECEIVED
JAN 10 2001
TECHNOLOGY CENTER 2800

1999年 3月26日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

伴佐山 建志



出証番号 出証特平11-3018484

【書類名】 特許願

【整理番号】 P98027TG

【提出日】 平成10年 5月13日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 33/00

【発明の名称】 窒化ガリウム系化合物半導体発光素子

【請求項の数】 6

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑 1 番地 豊田合成株式会社内

【氏名】 上村 俊也

【特許出願人】

【識別番号】 000241463

【氏名又は名称】 豊田合成株式会社

【代表者】 堀籠 登喜雄

【代理人】

【識別番号】 100087723

【電話番号】 052-363-2558

【弁理士】

【氏名又は名称】 藤谷 修

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 007445

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9005344

【書類名】 明細書

【発明の名称】 窒化ガリウム系化合物半導体発光素子

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板上に窒化ガリウム系化合物半導体から成る層が積層されたフリップチップ型の発光素子において、

p 型半導体層に接続され、光をサファイア基板側へ反射する厚膜正電極を銀 (Ag)、ロジウム (Rh)、ルテニウム (Ru)、白金 (Pt)、パラジウム (Pd)、または、これらの金属を少なくとも 1 種類以上含んだ合金より形成したことを特徴とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子。

【請求項 2】 前記厚膜正電極は、複数の種類の金属より形成された多層構造を有することを特徴とする請求項 1 に記載の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子。

【請求項 3】 前記 p 型半導体層と前記厚膜正電極との間に、コバルト (Co)、ニッケル (Ni)、または、これらの金属を少なくとも 1 種類以上含んだ合金より成る第 1 薄膜金属層を備えたことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子。

【請求項 4】 前記第 1 薄膜金属層の膜厚は、2 Å 以上、200 Å 以下であることを特徴とする請求項 3 に記載の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子。

【請求項 5】 前記第 1 薄膜金属層と前記厚膜正電極との間に、金 (Au) または金 (Au) を含んだ合金より成る第 2 薄膜金属層を備えたことを特徴とする請求項 3 または請求項 4 に記載の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子。

【請求項 6】 前記第 2 薄膜金属層の膜厚は、10 Å 以上、500 Å 以下であることを特徴とする請求項 5 に記載の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、基板上に窒化ガリウム系化合物半導体から成る層が積層されたフリップチップ型の発光素子に関し、特に高光度で、駆動電圧の低いフリップチップ型の発光素子に関する。

【0002】

【従来の技術】

図4に、フリップチップ型の発光素子400の断面図を示す。101はサファイヤ基板、102はAlNバッファ層、103はn型のGaN層、104は発光層、105はp型のAlGaN層、106はp型のGaN層、120は正電極、130は保護膜、140は多層構造の負電極である。また、層106に接続されている厚膜の正電極120は、従来例えば、ニッケル(Ni)またはコバルト(Co)より成る膜厚3000Åの金属層により形成されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

発光層104より放出された光をサファイヤ基板101の側に十分に反射させるために、通常フリップチップ型の正電極120には厚膜の金属電極を用いる。しかし、従来技術においては、この厚膜の正電極120にニッケル(Ni)やコバルト(Co)などの金属が用いられていたため、波長が380nm~550nm(青紫、青、緑)の可視光の反射量が十分ではなく、発光素子として十分な発光強度が確保できていなかった。

【0004】

本発明は、上記の課題を解決するために成されたものであり、その目的は、高光度、低駆動電圧の発光素子を提供することである。

【0005】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するためには、以下の手段が有効である。

即ち、第1の手段は、基板上に窒化ガリウム系化合物半導体から成る層が積層されたフリップチップ型の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子において、p型半導体層に接続され、光をサファイヤ基板側へ反射する厚膜正電極を銀(Ag)、ロジウム(Rh)、ルテニウム(Ru)、白金(Pt)、パラジウム(Pd)、または、これらの金属を少なくとも1種類以上含んだ合金より形成することである。ただし、これらの金属または合金より形成される厚膜正電極の膜厚は、200Å以上、5μm以下であることが望ましい。

【0006】

また、第2の手段は、上記の第1の手段において、厚膜正電極に複数の種類の金属より形成された多層構造を設けることである。ただし、この多層より成る厚膜正電極の内の少なくとも下位層（p型半導体層に比較的近い層）が、銀（Ag）、ロジウム（Rh）、ルテニウム（Ru）、白金（Pt）、パラジウム（Pd）、または、これらの金属を少なくとも1種類以上含んだ合金より形成されていれば、本発明の作用により本発明の効果を得ることができる。より望ましくは、最下位層を含んで厚膜正電極の下位1000 Å以内に位置する厚膜正電極の各金属層の内の殆ど全ての層をそれぞれ上記の金属または合金より形成することが好ましい。

【0007】

また、第3の手段は、上記の第1の手段または第2の手段において、p型半導体側層と厚膜正電極との間に、コバルト（Co）、ニッケル（Ni）、または、これらの金属を少なくとも1種類以上含んだ合金より成る第1薄膜金属層を備えることである。

【0008】

また、第4の手段は、上記の第3の手段において、第1薄膜金属層の膜厚を2 Å以上、200 Å以下とすることである。第1薄膜金属層の膜厚は、より望ましくは、5 Å以上、50 Å以下がよい。

【0009】

また、第5の手段は、上記の第3の手段または第4の手段において、第1薄膜金属層と厚膜正電極との間に、金（Au）または金（Au）を含んだ合金より成る第2薄膜金属層を備えることである。

【0010】

更に、第6の手段は、上記の第5の手段において、第2薄膜金属層の膜厚を10 Å以上、500 Å以下とすることである。第2薄膜金属層の膜厚は、より望ましくは、30 Å以上、300 Å以下がよい。

以上の手段により、上記の課題を解決することができる。

【0011】

【作用および発明の効果】

銀 (Ag)、ロジウム (Rh)、ルテニウム (Ru)、白金 (Pt)、パラジウム (Pd) は、波長が 380 nm ~ 550 nm (青紫、青、緑) の可視光に対する光の反射率 R が非常に大きい金属 ($0.6 < R < 1.0$) であるため、これらの金属、または、これらの金属を少なくとも 1 種類以上含んだ合金を厚膜正電極に用いることにより、これらの可視光の厚膜正電極による反射量を十分大きくする事ができ、よって、発光素子として十分な発光強度を確保することができるようになる。

また、上記の金属または合金は、仕事関数が高い等の理由により、p 型半導体層との接触抵抗が小さいので、これらの金属を用いれば、同時に低駆動電圧の発光素子を実現することができる。

また、上記の金属は、貴金属若しくは白金族元素であるため、これらの金属を用いれば、耐蝕性が良好となり、信頼性の高い電極を形成することができるという効果も同時に得られる。

また、第 1 薄膜金属層を設けることにより、正電極の p 型半導体層に対する密着性が向上し、発光素子の構造をより強固にすることができる。この第 1 薄膜金属層の膜厚は、2 Å 以上、200 Å 以下が良い。この膜厚を 2 Å 以下にすると膜厚が薄すぎて、十分な密着性を得ることができず、この膜厚を 200 Å 以上にすると、膜厚正電極を形成する銀 (Ag)、ロジウム (Rh)、ルテニウム (Ru)、白金 (Pt)、パラジウム (Pd) またはこれらの合金の作用による高い反射率を得ることができなくなる。

また、第 2 薄膜金属層を設けることにより、正電極の p 型半導体層に対する密着性が、より更に向上し、発光素子の構造をより一層強固にすることができる。この第 2 薄膜金属層の膜厚は、10 Å 以上、500 Å 以下が良い。この膜厚を 10 Å 以下にすると、膜厚が薄すぎて強固な密着性を得ることができず、500 Å 以上にすると上記の金属または合金の作用による高い反射率を得ることができなくなる。

【0012】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を具体的な実施例に基づいて説明する。なお、本発明は、以下の実施例に限定されるものではない。

(第1実施例)

図1に、本発明によるフリップチップ型の半導体発光素子100の模式的断面図を示す。サファイヤ基板101の上には窒化アルミニウム(AlN)から成る膜厚約200Åのバッファ層102が設けられ、その上にシリコン(Si)ドープのGa_{0.95}N_{0.05}から成る膜厚約4.0μmの高キャリア濃度 n^+ 層103が形成されている。

そして、層103の上にGa_{0.8}N_{0.2}とGa_{0.8}In_{0.2}Nからなる多重量子井戸構造(MQW)の発光層104が形成されている。発光層104の上にはマグネシウム(Mg)ドープのAl_{0.15}Ga_{0.85}Nから成る膜厚約600Åのp型層105が形成されている。さらに、層105の上にはマグネシウム(Mg)ドープのGa_{0.95}N_{0.05}から成る膜厚約1500Åのp型層106が形成されている。

【0013】

又、層106の上には金属蒸着による第1薄膜金属層111が、 n^+ 層103上には負電極140が形成されている。第1薄膜金属層111は、層106に接合する膜厚約10Åのコバルト(Co)またはニッケル(Ni)より成る金属層で構成されている。厚膜正電極120は、膜厚約3000Åの銀(Ag)、ロジウム(Rh)、ルテニウム(Ru)、白金(Pt)、パラジウム(Pd)、または、これらの金属を少なくとも1種類以上含んだ合金より成る金属層により構成されている。多層構造の負電極140は、膜厚約175Åのバナジウム(V)層141と、膜厚約1000Åのアルミニウム(Al)層142と、膜厚約500Åのバナジウム(V)層143と、膜厚約5000Åのニッケル(Ni)層144と膜厚約8000Åの金(Au)層145とを高キャリア濃度 n^+ 層103の一部露出された部分の上から順次積層させることにより構成されている。また最上部には、SiO₂膜より成る保護膜130が形成されている。

上記のように、厚膜正電極120を銀(Ag)、ロジウム(Rh)、ルテニウム(Ru)、白金(Pt)、パラジウム(Pd)、または、これらの金属を少なくとも1種類以上含んだ合金より成る金属層により構成することにより、図3の表中の項番1、項番2に示す従来技術による半導体発光素子400よりも約10

%～50%発光強度を向上することができた。

【0014】

(第2実施例)

図2に、本発明によるフリップチップ型の半導体発光素子200の模式的断面図を示す。本発光素子200は、第1実施例における発光素子100に第2薄膜金属層112を追加したものであり、その他の点では発光素子100となんら変わっていない。この第2薄膜金属層112は、膜厚約150Åの金(Au)より成る金属層により構成されており、膜厚約10Åのコバルト(Co)またはニッケル(Ni)より成る第1薄膜金属層111を積層後、第1薄膜金属層111と同様に金属蒸着により形成されたものである。

この第2薄膜金属層112を第1薄膜金属層111と厚膜正電極120との間に形成することにより、より一層強固に厚膜正電極120を層106に接続することができる。

【0015】

図3に、フリップチップ型の半導体発光素子100、200および400の性能比較表を示す。尚、この表には、第1実施例において、厚膜正電極120を銀(Ag)で構成し、第1薄膜金属層111の構成を省略した場合の実施例も合わせて掲載した(項番3)。この表からも判るように、本発明による半導体発光素子100または200の構成によれば、厚膜正電極120を銀(Ag)、ロジウム(Rh)、ルテニウム(Ru)、白金(Pt)、パラジウム(Pd)、または、これらの金属を少なくとも1種類以上含んだ合金より成る金属層で形成することにより、発光強度を従来技術による半導体発光素子400(項番1、項番2)よりも約10%～50%向上することができる。

尚、項番1、2の発光素子400において、第1薄膜金属層が設けられていないのは、厚膜正電極120自身が、既に第1薄膜金属層の構成金属元素であるコバルト(Co)またはニッケル(Ni)により形成されているためであり、これにより、厚膜正電極120と層106との間の密着性が、既に十分確保されているためである。図3において厚膜正電極120がコバルト(Co)またはニッケル(Ni)により形成された発光素子400(項番1、項番2)の相対光度が低

いのは、膜厚正電極 120 を構成する金属元素の反射率が小さいためであって、第 1 薄膜金属層 111 の有無は、図 3 における相対光度の優劣をもたらす要因とは成っていない。むしろ逆に、銀 (Ag)、ロジウム (Rh)、ルテニウム (Ru)、白金 (Pt)、パラジウム (Pd)、または、これらの金属を少なくとも 1 種類以上含んだ合金より厚膜正電極 120 を形成する場合には、図 3 の項番 3 と項番 4 とを比較しても判るように、第 1 薄膜金属層 111 または第 2 薄膜金属層 112 が無い方が、より大きな発光強度を得ることができる。即ち、このような構成によれば、厚膜正電極 120 と層 106 との間の密着性についてはいくらか劣るものの、発光光度の面ではより優れた値を示す。これは、第 1 薄膜金属層 111 または第 2 薄膜金属層 112 による光の吸収が無くなるためである。

【0016】

上記の実施例では、厚膜正電極 120 の膜厚は、約 3000 Å であったが、厚膜正電極 120 の膜厚は、200 Å 以上、5 μm 以下であれば良い。厚膜正電極 120 の膜厚が 200 Å 未満だと、光を十分に反射することができなくなり、5 μm を越えると、蒸着時間や材料が必要以上に掛かり生産コストの面で劣る。

【0017】

また、上記の実施例では、厚膜正電極 120 は単層構造をしていたが、厚膜正電極 120 は、多層構造を備えていてもよい。層 106、第 1 薄膜金属層 111 または第 2 薄膜金属層 112 の上から、例えば、膜厚約 5000 Å の銀 (Ag)、膜厚約 800 Å のニッケル (Ni)、膜厚約 8000 Å の金 (Au) を順次蒸着により積層することにより、膜厚約 1.4 μm の厚膜正電極を形成してもよい。このような構成によっても、厚膜正電極による反射効率の十分高い高光度の発光素子を得ることができる。

【0018】

また、上記の実施例では、第 1 薄膜金属層の膜厚は、約 10 Å であったが、第 1 薄膜金属層の膜厚は、2 Å 以上、200 Å 以下であればその効果を発揮する。第 1 薄膜金属層 111 の膜厚は、より望ましくは、5 Å 以上、50 Å 以下がよい。第 1 薄膜金属層 111 は、薄過ぎると層 106 と厚膜正電極 120 とを強く結合させることができなくなり、厚過ぎると光の吸収が起こり、発光光度が落ちる

【0019】

また、上記の実施例では、第2薄膜金属層の膜厚は、約150 Åであったが、第2薄膜金属層の膜厚は、10 Å以上、500 Å以下であればその効果を発揮する。第2薄膜金属層112の膜厚は、より望ましくは、30 Å以上、300 Å以下がよい。第2薄膜金属層112は、薄過ぎると第1薄膜金属層111と厚膜正電極120とを強く結合させることができなくなり、厚過ぎると光の吸収が起こり、発光光度が落ちる。

【0020】

また、上記の実施例における発光素子の各層の構成は、あくまでも各層を形成する際の物理的または化学的構成であって、その後、より強固な密着性を得るために、あるいは、コンタクト抵抗の値を下げる等の目的で実施される例えば熱処理などのような物理的または化学的処理によって各層間では、固溶あるいは化合物形成が起きていることは言うまでもない。

【0021】

なお、上記の実施例では、発光素子100の発光層104はMQW構造としたが、SQW構造やホモ接合構造でもよい。また、本発明の発光素子を形成する窒化ガリウム系化合物半導体層は、任意の混晶比の4元、3元、2元系の $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq x+y \leq 1$)としても良い。又、p型不純物としては、マグネシウム(Mg)の他、ベリリウム(Be)、亜鉛(Zn)等の2族元素を用いることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明によるフリップチップ型の半導体発光素子100の模式的断面図。

【図2】

本発明によるフリップチップ型の半導体発光素子200の模式的断面図。

【図3】

フリップチップ型の半導体発光素子100、200、400の性能比較表。

【図4】

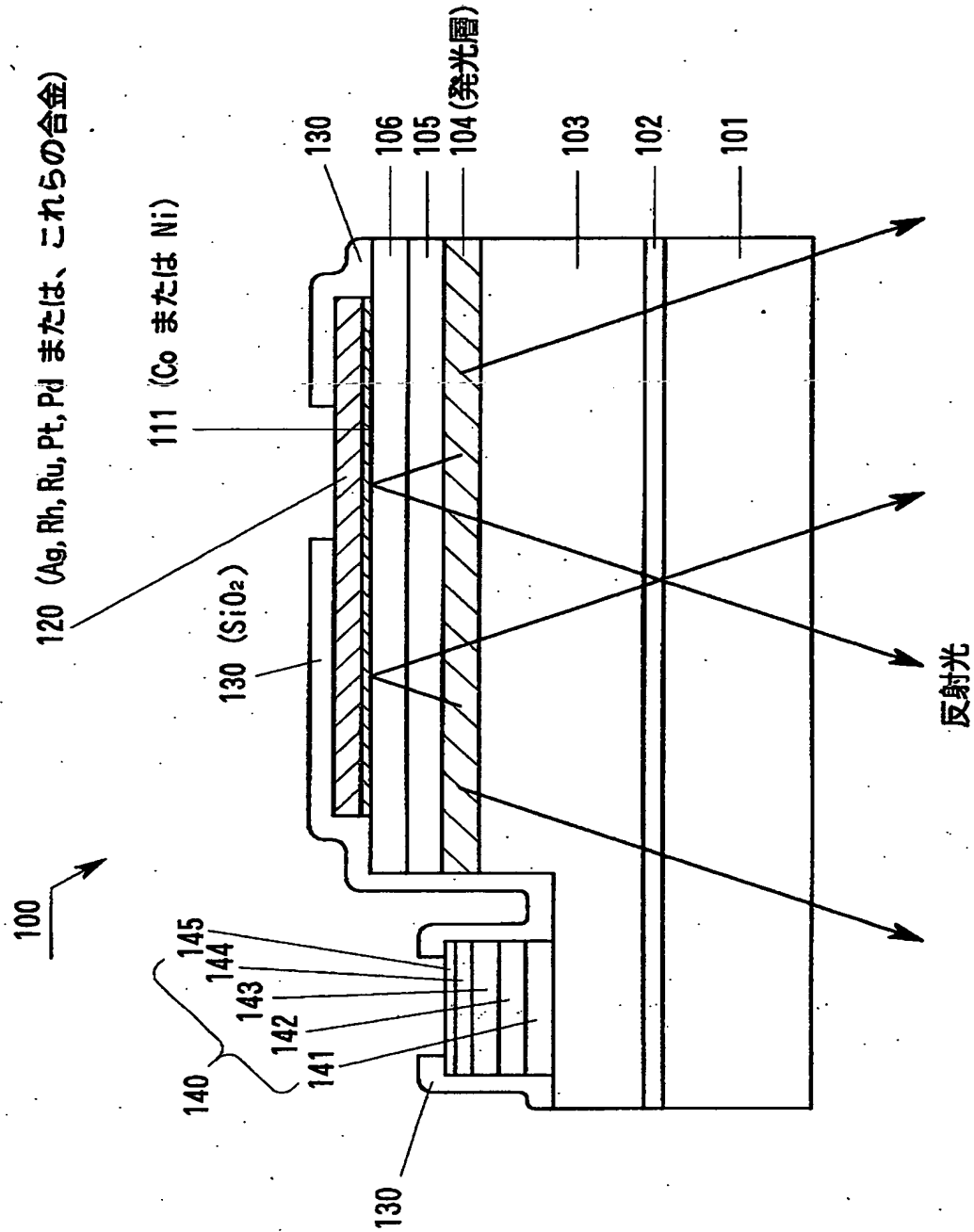
フリップチップ型の半導体発光素子 400 の模式的断面図。

【符号の説明】

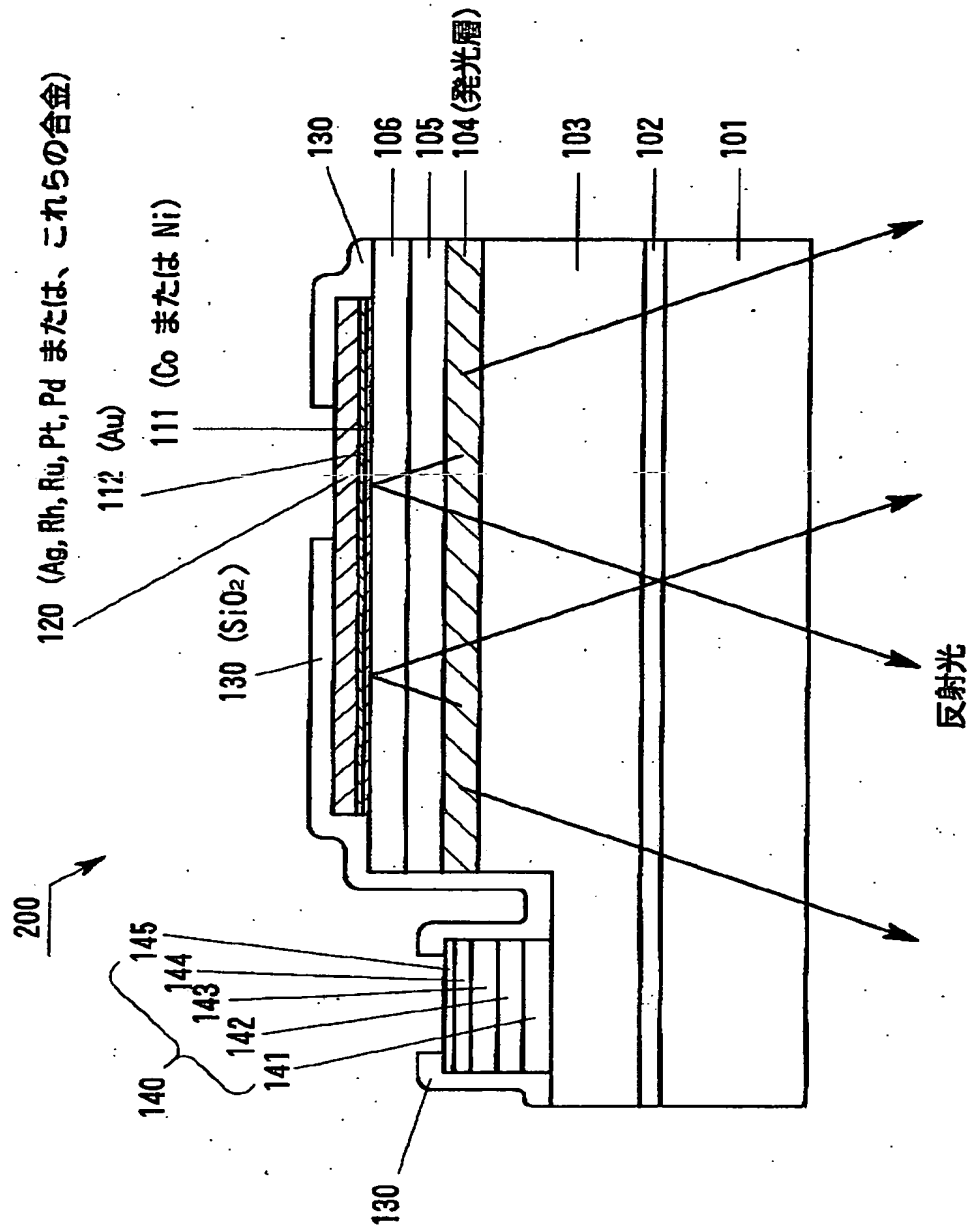
- 101…サファイヤ基板
- 102…AlNバッファ層
- 103…n型のGaN層
- 104…発光層
- 105…p型のAlGaN層
- 106…p型のGaN層
- 111…第1薄膜金属層
- 112…第2薄膜金属層
- 120…厚膜正電極
- 130…保護膜
- 140…多層構造の負電極

【書類名】 図面

【図 1】



【図 2】



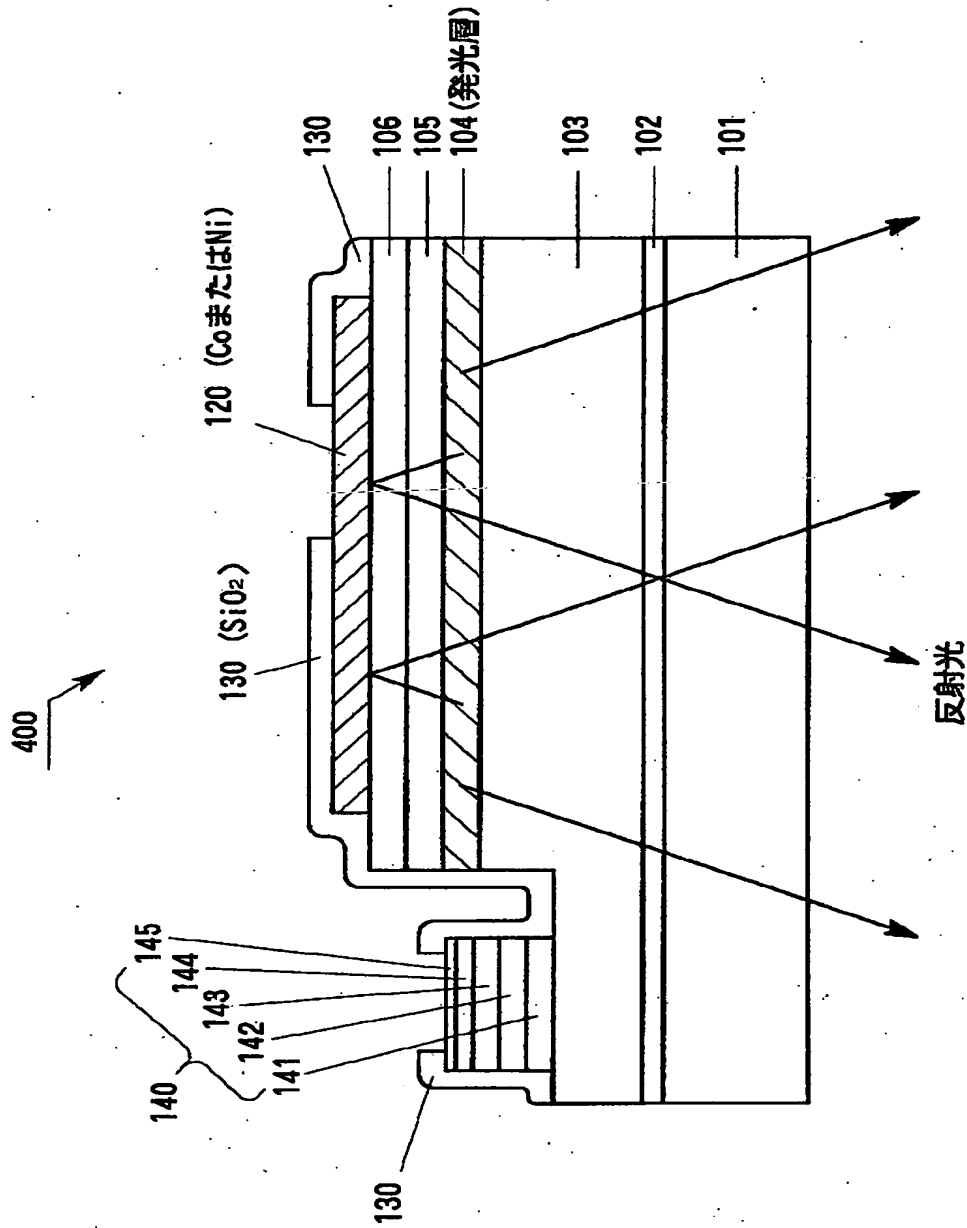
【図 3】

発光強度測定結果

項番	技術区分	構造	厚膜正電極	第1薄膜 金属層	第2薄膜 金属層	相対光度	密着性
1	従来技術	発光素子 400 (図 4)	Co (3000Å)	なし	なし	100	◎
2			Ni (3000Å)	なし	なし	100	◎
3			Ag (3000Å)	なし	なし	160	○ ⁻
4	本 発 明	発光素子 100 (図 1)	Ag (3000Å)	Co (10Å)	なし	150	○
5			Rh (3000Å)	Co (10Å)	なし	130	○
6			Pt (3000Å)	Co (10Å)	なし	110	○
7			Pd (3000Å)	Co (10Å)	なし	110	○
8		発光素子 200 (図 2)	Ag (3000Å)	Co (10Å)	Au (150Å)	150	◎

◎ : 強固 ○ : 良好 ○⁻ : やや劣るが特性としては問題なし

【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高光度、低駆動電圧の半導体発光素子を提供する。

【解決手段】 フリップチップ型の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子において、p型半導体層に接続され、光をサファイア基板側へ反射する厚膜正電極を銀（Ag）、ロジウム（Rh）、ルテニウム（Ru）、白金（Pt）、パラジウム（Pd）、または、これらの合金より形成する。これにより、高反射率、低接触抵抗の正電極が得られる。p型半導体層と厚膜正電極との間に、コバルト（Co）、ニッケル（Ni）、または、これらの合金より成る第1薄膜金属層を備えれば、上記のコンタクト層に厚膜正電極をより強固に接続できる。第1薄膜金属層の膜厚は、2 Å以上、200 Å以下であれば効果を発揮し、より望ましくは、5 Å以上、50 Å以下がよい。金（Au）より成る第2薄膜金属層を更に備えれば、厚膜正電極を更により強固に接続できる。

【選択図】 図1

【書類名】 職権訂正データ
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】
【識別番号】 000241463
【住所又は居所】 愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1番地
【氏名又は名称】 豊田合成株式会社
【代理人】 申請人
【識別番号】 100087723
【住所又は居所】 愛知県名古屋市中川区一柳通1丁目23番地 土屋
ビル3F 藤谷特許事務所
【氏名又は名称】 藤谷 修

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000241463]

1. 変更年月日 1990年 8月 9日

[変更理由] 新規登録

住 所 愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1番地

氏 名 豊田合成株式会社